

## Flat tube heat exchanger with d formed tube ends

Patent Number: EP1213556  
Publication date: 2002-06-12  
Inventor(s): STAFFA KARL-HEINZ (DE); SALZER ULRICH (DE)  
Applicant(s): BEHR GMBH & CO (DE)  
Requested Patent:  EP1213556  
Application Number: EP20010130598 19971126  
Priority Number(s): DE19961049129 19961127; EP19970120669 19971126  
IPC Classification: F28F1/02; F28F9/02  
EC Classification: F28D1/053H, F28F1/02C, F28F1/12D  
Equivalents:  
Cited Documents: US2733899; FR2712966; DE3813339; US3416600; US2184657

### Abstract

The heat exchanger includes flat tubes (1) which have one end sector (1a) deformed to fit in a component (3) forming a connection cavity. This end sector is twisted and/or bent to form an adjacent section (1b) of smaller measurement across the cross section. The flat tubes may be twisted about an angle (alpha, beta) between about 10 and 20 degrees at the end fitting in the connection component. This end may be bent in a V shape or a U shape so that the flanks of the bent end sectors are in contact with each other.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



(19) Eur pâis hes Pat ntamt  
Eur p an Patent Office  
Offic urop' n des br v t



(11) EP 1 213 556 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
12.06.2002 Patentblatt 2002/24

(51) Int Cl.7: F28F 1/02, F28F 9/02

(21) Anmeldenummer: 01130598.4

(22) Anmelddetag: 26.11.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR SE

• Staffa, Karl-Heinz  
70567 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: 27.11.1996 DE 19649129

(74) Vertreter: Patentanwälte  
Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner  
Postfach 10 40 36  
70035 Stuttgart (DE)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)  
nach Art. 76 EPÜ:  
97120669.3 / 0 845 647

### Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 21-12-2001 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62  
erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(71) Anmelder: Behr GmbH & Co.  
70469 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:  
• Salzer, Ulrich  
71272 Renningen (DE)

### (54) Flachrohr-Wärmeübertrager mit umgeformtem Flachrohrendabschnitt

(57) 2.1. Die Erfindung bezieht sich auf einen Flachrohr-Wärmeübertrager mit Flachrohren, die wenigstens an einem, in ein anschlussraumbildendes Bauteil mündenden Endabschnitt umgeformt sind.

2.2. Erfindungsgemäß sind die Flachrohre (1) in ihrem in das anschlussraumbildende Bauteil (3) mündenden Endabschnitt (1a) auf eine gegenüber ihrem anschließenden Abschnitt (1b) geringere Querstreckung toradiert und/oder umgebogen. Das ermöglicht eine Realisierung des anschlussraumbildenden Bauteils und damit des gesamten Wärmeübertragers mit hoher Berstdrucksicherheit, geringem Totvolumen und geringer Bautiefe. Der Anschlussraum kann mittels schräg angeordneten Trennwänden (16) in mehrere, in Längsrichtung aufeinanderfolgende Teilräume unterteilt sein.

2.3. Verwendung z.B. als Kondensator oder Verdampfer in Fahrzeugklimaanlagen.

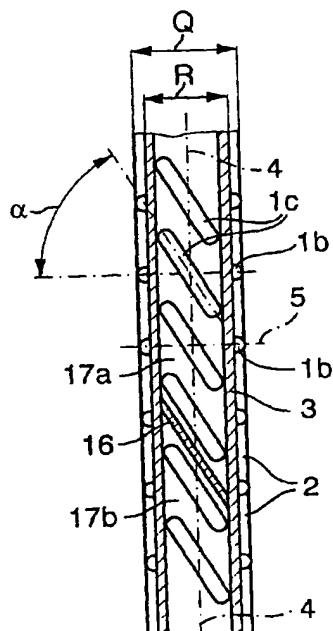


Fig. 2

## B schreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen aus Flachrohren aufgebauten Wärmeübertrager, bei dem die Flachrohre an wenigstens einem, in ein anschlussraumbildendes Bauteil, z.B. ein Verteiler- und/oder ein Sammelrohr, mündenden Endabschnitt umgeformt sind.

[0002] Aus Flachrohren aufgebaute Wärmeübertrager, bei denen die Flachrohre mit nicht umgeformtem Endabschnitt parallel in ein anschlussraumbildendes Bauteil, wie ein Sammel- und/oder ein Verteilerrohr, münden, werden beispielsweise als Kondensatoren und Verdampfer in Fahrzeugklimaanlagen verwendet. Unter der Bezeichnung Flachrohr-Wärmeübertrager sollen vorliegend auch Wärmeübertrager in Scheibenbauweise verstanden werden, bei denen rechteckförmige, langgestreckte, hohle Scheiben als "Flachrohre" verwendet werden, durch deren Inneres das Kältemittel der Klimaanlage hindurchgeführt wird. Bei diesen herkömmlichen Wärmeübertragern mit über ihre gesamte Länge geradlinig verlaufenden Flachrohren ist der Innendurchmesser des den Anschlussraum bildenden Bauteils durch die Breite der Flachrohre bestimmt. Mit größerer Flachrohrbreite ist somit ein größerer Innendurchmesser für dieses Bauteil erforderlich, so dass zu dessen Realisierung eine größere Wandstärke benötigt wird, wenn die Berstdruckfestigkeit gleich groß bleiben soll. Bei Verwendung von Rohren als anschlussraumbildende Bauteile tritt zudem die Schwierigkeit auf, dass mit wachsender Flachrohrbreite und damit wachsendem Durchmesser der anschlussraumbildenden Rohre deren Totvolumen ansteigt. In jedem Fall ist die Breite des anschlussraumbildenden Bauteils bei diesen herkömmlichen Wärmeübertragern größer zu wählen als diejenige der Flachrohre.

[0003] In der Patentschrift EP 0 565 813 B1 ist ein Wärmeübertrager beschrieben, der aus einer Mehrzahl von Rohren mit vorzugsweise ovalem Querschnitt aufgebaut ist, die endseitig in dreieckförmige Öffnungen einer Bodenplatte eines Sammelkastens eingesetzt und zu diesem Zweck an ihrem Rohrendabschnitt in eine Dreieckform umgeformt sind. Nach Einsetzen der dreieckförmigen Rohrendabschnitte in die dreieckförmigen Öffnungen der Bodenplatte werden die Rohrenden aufgeweitet, um die Rohre an der jeweiligen Bodenplatte zweier beidseitig angeordneter Sammelkästen festzulegen.

[0004] In der Offenlegungsschrift EP 0 659 500 A1 ist ein Wärmeübertrager offenbart, der aus mehreren, beabstandet übereinanderliegenden, U-förmig umgegebenen Flachrohren aufgebaut ist. Dabei sind die beiden Schenkel der U-förmigen Flachrohre gegenüber deren Verbindungsbereich um 90° tordiert, so dass sie beide in einer gemeinsamen Querebene liegen. Je ein freies Ende der Flachrohre ist an einen Verteilerkanal und das jeweils andere freie Ende an einen Sammelkanal angelassen, wobei Verteiler- und Sammelkanal auf der-

selben Wärmeübertragerseite angeordnet sind und das über den Verteilerkanal eingeleitete Wärmeübertragermedium U-förmig parallel durch die einzelnen Flachrohre zum Sammelkanal strömt.

- 5 [0005] In der Patentschrift US 3 416 600 ist ein Wärmeübertrager vom Serpentinentyp offenbart, bei dem ein Stapel serpentinenförmig gebogener Flachrohre vorgesehen ist, die in ihren Endabschnitten um 90° tor-diert sind. Mit diesen tordierten Endabschnitten sind die
- 10 Flachrohre in zugehörige Sammelrohre eingefügt, die hierzu mit umfangsseitig eingebrachten, in Rohrlängsrichtung verlaufenden und voneinander beabstandeten Längsschlitten versehen sind. Zusätzlich können die Flachrohre in einem mittleren Bereich um 180° tordiert sein.
- 15 [0006] Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Flachrohr-Wärmeübertragers der eingangs genannten Art zugrunde, der ein vergleichsweise geringes Totvolumen im Anschlussraum
- 20 besitzt, bei gegebener Wandstärke des anschlussraumbildenden Bauteils eine hohe Berstdrucksicherheit aufweist, sich bei gegebener Flachrohrbreite mit vergleichsweise geringer Bautiefe fertigen lässt und bei Bedarf insbesondere als Kondensator für eine Klimaanla-ge verwendbar ist.
- 25 [0007] Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Flachrohr-Wärmeübertragers mit den Merkmalen des Anspruchs 1 oder 2. Bei diesem Wärmeübertrager sind die Flachrohre in ihrem in den anschlussraumbildende Bauteil mündenden Endab-schnitt auf eine gegenüber ihrem anschließenden Ab-schnitt geringere Quererstreckung tordiert und/oder umgebogen. Dabei lässt sich ihr Durchtrittsquerschnitt auch im umgeformten Endabschnitt im wesentlichen
- 30 konstant halten. Die geringere Quererstreckung des tor-dierte oder umgebogenen Flachrohrendabschnitts ge-gegenüber dem anschließenden Flachrohrabschnitt macht es möglich, das anschlussraumbildende Bauteil, z.B. ein Sammel- bzw. Verteilerrohr, mit einer Bautiefe
- 35 zu realisieren, die nur wenig größer als die verringerte Quererstreckung des Flachrohrendabschnitts zu sein braucht und dadurch kleiner als die Bautiefe der Flach-rohre sein kann oder jedenfalls nicht größer als selbige zu sein braucht. Dabei können beide Endabschnitte je-des Flachrohrs in der erfindungsgemäßen Weise umge-formt sein, während die Flachrohre im zwischenliegen-den Abschnitt z.B. geradlinig mit ihrer gegenüber den Endabschnitten größeren Quererstreckung verlaufen
- 40 können, die dann die Bautiefe der Flachrohre und damit eventuell auch des gesamten Wärmeübertragers be-stimmt. Die erfindungsgemäß erzielbare geringe Bau-tiefe der anschlussraumbildenden Bauteile bei gegebe-ner Flachrohrbreite hat den weiteren Vorteil, dass sich
- 45 selbige zur Erzielung einer vorgegebenen Berstdruck-sicherheit mit relativ geringer Wandstärke fertigen las-sen und nur ein verhältnismäßig geringes Totvolumen besitzen. Außerdem lässt sich das durchströmte Wär-meübertragravolumen bei gegebener Wärmeübertra-
- 50
- 55

gungsleistung vergleichsw. is. gering halten, was bei Bedarf eine Mengenreduzierung des durchströmenden Wärmeübertragungsfluides gegenüber konventionellen Flachrohr-Wärmeübertragern erlaubt.

[0008] Zur Erzielung einer kompakten Bauweise auch in der Richtung, in welcher die Flachrohre nebeneinanderliegend angeordnet sind, erfolgt die Tordierung beim Wärmeübertrager nach Anspruch 1 speziell um einen Winkel ungleich  $90^\circ$ , so dass die Flachrohrmündungen entsprechend schräg zu dieser Richtung verlaufen und dadurch in dieser Richtung weniger Einbaulänge beanspruchen. Der Torsionswinkel kann auf den jeweiligen Anwendungsfällen abgestimmt werden. Mit zunehmendem Torsionswinkel verringert sich die Tiefe, d.h. Breite, des zum Einsticken der Flachrohrendabschnitte benötigten Bereiches des anschlussraumbildenden Bauteils, während gleichzeitig jeder Flachrohrabschnitt mit einer größeren axialen Erstreckung in das Bauteil einmündet.

[0009] Beim Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2 sind speziell eine oder mehrere Trennwände im anschlussraumbildenden Bauteil vorgesehen, die den Anschlussraum in mehrere Teiräume unterteilen. Diese Maßnahme kann dazu benutzt werden, das durch die Flachrohre geführte Kältemittel unter Umleitung in einem jeweiligen seitlichen anschlussraumbildenden Bauteil sequentiell durch aufeinanderfolgende Abschnitte des Flachrohrstapels zu leiten. Passend zur schrägen Tordierung der Flachrohrabschnitte ist auch die jeweilige Trennwand mit dem entsprechenden Schrägwinkel im anschlussraumbildenden Bauteil angeordnet.

[0010] Bei einem nach Anspruch 3 weitergebildeten Wärmeübertrager sind die Flachrohre um ihre Längsmittelachse oder um eine zu dieser parallelen Längsachse tordiert. In letzterem Fall einer exzentrischen Tordierung können die tordierten Flachrohrabschnitte mit alternierender lateraler Versetzung in das anschlussraumbildende Bauteil einmünden, so dass der Abstand der Flachrohre im nicht tordierten Mittenbereich selbst bei einem Torsionswinkel von  $90^\circ$  geringer gewählt werden kann als die Flachrohrbreite, ohne dass dazu die Flachrohre in ihren Mittenbereichen lateral versetzt angeordnet werden müssen, was einer geringen Bautiefe entgegenwirken würde.

[0011] In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 4 ist vorgesehen, die Flachrohrabschnitte U- oder V-förmig umgebogen zu gestalten und auf diese Weise ihre Quererstreckung gegenüber dem nicht umgeformten Zustand zu verringern.

[0012] In Ausgestaltung dieser Maßnahme sind gemäß Anspruch 5 die U- oder V-förmig umgebogenen Flachrohrabschnitte so weit umgebogen, dass die beiden umgebogenen Flanken jedes Rohres sich berührend aneinanderlegen, so dass nur eine minimale Einbautiefe für das anschlussraumbildende Bauteil erforderlich ist.

[0013] Bei einem nach Anspruch 6 weitergebildeten Wärmeübertrager mit zwischen den Flachrohren einge-

brachten Wellrippen ist vorgesehen, die Breite der Wellrippen größer zu wählen als diejenige der Flachrohre. Der dadurch entstehende Rippenüberstand erhöht den Wirkungsgrad der wärmeübertragenden Wellrippen und schützt die Flachrohre gegen Beschädigungen von außen.

[0014] Bei einem nach Anspruch 7 weitergebildeten Wärmeübertrager sind die Flachrohre in fertigungstechnisch vorteilhafter Weise als extrudierte Rohre gefertigt.

[0015] Bei einem nach Anspruch 8 weitergebildeten Wärmeübertrager ist die jeweilige Trennwand axial von einer Stirnseite her in das anschlussraumbildende Bauteil eingefügt und weist eine geeignete, mit den in das anschlussraumbildende Bauteil hineinragenden Flachrohrendabschnitt umgeformt stehende Ausnehmung auf.

[0016] Die vorliegende Erfindung umfasst des weiteren folgende vorteilhaften Wärmeübertrager. Erstens einen Flachrohr-Wärmeübertrager mit Flachrohren, die wenigstens an einem, in ein anschlussraumbildendem Bauteil mündenden Endabschnitt umgeformt sind, wobei die Flachrohre in ihrem in das anschlussraumbildende Bauteil mündenden Endabschnitt auf eine gegenüber ihrem anschließenden Abschnitt geringere Quererstreckung umgebogen oder um einen Winkel  $\alpha$  ungleich  $90^\circ$  tordiert sind oder um einen Winkel von  $90^\circ$  tordiert und mit diesen um  $90^\circ$  tordierten Endabschnitten in einer Linie eng aneinanderliegend in einen gemeinsamen Längsschlitz des anschlussraumbildenden Bauteils eingefügt sind. Dies umfasst auch Wärmeübertrager ohne Trennwände. Zweitens einen Flachrohr-Wärmeübertrager mit Flachrohren, die wenigstens an einem, in ein anschlussraumbildendem Bauteil mündenden Endabschnitt auf eine gegenüber ihrem anschließenden Abschnitt geringere Quererstreckung umgebogen oder tordiert sind, wobei eine oder mehrere Trennwände im anschlussraumbildenden Bauteil in einem Winkel von  $90^\circ$  zu dessen Längsachse angeordnet sind, die den Anschlussraum in mehrere Teiräume unterteilen, in die eine jeweils zugehörige Gruppe aufeinanderfolgender Flachrohre mündet.

[0017] Für diese beiden weiteren obigen Realisierungen der Erfindung sind insbesondere folgende weitere Ausgestaltungen je für sich oder in Kombination möglich. Die Flachrohre können in ihrem in das anschlussraumbildende Bauteil mündenden Endabschnitt um ihre Längsmittelachse mittig oder um eine zu dieser parallel versetzte Längsachse außermittig tordiert sein. Die Flachrohre können in ihrem in das anschlussraumbildende Bauteil mündenden Endabschnitt U- oder V-förmig umgebogen sein. Die Flachrohre können in ihrem in das anschlussraumbildende Bauteil mündenden Endabschnitt U- oder V-förmig umgebogen sein. Die Flachrohre können in ihrem in das anschlussraumbildende Bauteil mündenden Endabschnitt der gestalt U- oder V-förmig umgebogen sein, dass die umgebogenen Endabschnittsflanken sich berührend aneinander liegen.

[0018] Zwischen benachbarten Flachrohren können Wellrippen eingebettet sein, deren Breite größer als die Flachrohrbreite ist. Die Flachrohre können von extrudierten, vor dem Umbiegen bzw. Tordieren vorzugsweise

se lot- und flussmittelplatten Rohr  $n$  gebildet sind. Die jeweilige Trennwand kann eine Ausnehmung aufweisen und axial von einem Stirnende her in das anschlussraumbildende Bauteil eingetragen sein, wobei die in das anschlussraumbildende Bauteil hineinragenden Flachrohrenden in die Trennwandausnehmung eingreifen.

[0019] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines Teils eines Flachrohr-Wärmeübertragers mit schrägwinklig toradierten Flachrohrendabschnitten,
- Fig. 2 eine schematische Schnittansicht längs der Linie II-II von Fig. 1,
- Fig. 3 eine schematische Seitenansicht eines Teils eines Flachrohr-Wärmeübertragers mit rechtwinklig toradierten Flachrohrendabschnitten,
- Fig. 4 eine schematische Schnittansicht längs der Linie IV-IV von Fig. 3,
- Fig. 5 eine schematische Stirnansicht eines Flachrohres mit U-förmig umgebogenem Endabschnitt für einen Flachrohr-Wärmeübertrager,
- Fig. 6 eine schematische Stirnansicht eines Flachrohres mit V-förmig umgebogenem Endabschnitt für einen Flachrohr-Wärmeübertrager,
- Fig. 7 eine schematische Seitenansicht eines Flachrohr-Wärmeübertragers mit rechtwinklig toradierten Flachrohrendabschnitten und einem mit einer Trennwand versehenen, geschnitten gezeigten Sammel- bzw. Verteilerrohr,
- Fig. 8 eine schematische Schnittansicht längs der Linie VIII-VIII von Fig. 7 und
- Fig. 9 eine ausschnittweise Schnittansicht eines für einen der gezeigten Flachrohr-Wärmeübertrager verwendbaren Rohr/Rippenblocks.

[0020] Der in Fig. 1 in einer ausschnittweise, schematischen Seitenansicht gezeigte Wärmeübertrager ist beispielsweise als Kondensator in einer Fahrzeugklimaanlage verwendbar. Er beinhaltet in herkömmlicher Weise einen Rohr/Rippenblock, der in üblicher Weise aus einem Stapel voneinander beabstandeter Flachrohre 1 und einer in die Zwischenräume zwischen den Flachrohren 1 eingebrachte Wellrippenstruktur 2 besteht. Der Rohr-/Rippenblock befindet sich dabei zwischen zwei seitlich abschließenden Seitenplatten 6, von denen in der Ausschnittsansicht von Fig. 1 eine darge-

stellt ist. Die Flachrohre 1 sind in ebenfalls herkömmlicher Weise in ihrem Inneren mit einem oder mehreren Strömungskanälen versehen, durch die das Kältemittel ein in Klimaanlage durchgeleitet werden kann. Endseitig 5 münden die Flachrohre 1 in je einen von einem seitlichen Verteiler- bzw. Sammelrohr 3 gebildeten Anschlussraum, von denen der eine als Verteilerkanal und der andere als Sammelkanal fungiert. Das über einen Einlass in das Verteilerrohr geleitete Strömungsmedium 10 wird von dort parallel in die Flachrohre 1 eingespeist und durchquert diese zum gegenüberliegenden Sammelrohr 3, welches beispielsweise das in Fig. 1 zu erkennende Rundrohr sein kann. Mittels des Wärmeübertragers kann ein weiteres, durch die mit der Wellrippenstruktur 2 versehenen Zwischenräume zwischen den Flachrohren 1 hindurchgeleitetes Strömungsmedium in 15 Wärmeübertragungsverbindung mit dem durch die Flachrohre 1 hindurchgeleiteten Strömungsmedium gebracht werden.

[0021] Charakteristisch für den gezeigten Wärmeübertrager ist, dass die Flachrohre 1 in ihren beiden Endabschnitten 1a gegenüber ihrem zwischenliegenden Mittenschnitt 1b um einen Winkel  $\alpha$  von ca.  $60^\circ$  um ihre Längsmittelachse toradiert sind, wie in Fig. 2 genauer zu 20 erkennen. Wie aus dieser Schnittansicht weiter ersichtlich, verlaufen die in das jeweilige Verteiler- bzw. Sammelrohr 3 eingesteckten Rohrenden 1c somit schräg sowohl zur Längsachse 4 des Verteilerbzw. Sammelrohrs 3 als auch zur Flachrohrquerachse 5. Dadurch besitzen 25 die Flachrohrenden 1c eine abgesehen von der Höhe, d.h. Weite, der Flachrohre 1 um den Faktor  $\cos\alpha$  geringere Quererstreckung als der wärmeübertragungsaktive, mittlere Flachrohrabschnitt 1b. Dies bedeutet, dass die Flachrohre 1 auch nur einen Einbaubereich mit entsprechend verringelter Querabmessung, d.h. verringelter Bautiefe, des Verteiler- bzw. Sammelrohrs 3 benötigen. Da das Verteiler- bzw. Sammelrohr 3 nur einen demgegenüber geringfügig größeren Innendurchmesser besitzen muss, ergibt sich dadurch der Vorteil, dass 30 die Verteiler- und das Sammelrohr 3 mit einem verhältnismäßig geringen Außendurchmesser  $R$  gefertigt sein können, der insbesondere kleiner sein kann als die Quererstreckung  $Q$  des mittleren Flachrohrabschnitts 1b, der dadurch insgesamt die Bautiefe des Wärmeübertragers bestimmt, wie sich aus der Ansicht von Fig. 2 ergibt. Es versteht sich, dass das Verteiler- und das Sammelrohr 3 mit korrespondierenden, schrägen Langlöchern zum passgenauen Einsetzen und Dichtlöten der 35 toradierten Rohrenden 1c versehen sind.

[0022] Durch den bei gegebener Flachrohrbreite  $Q$  gegenüber herkömmlichen Wärmeübertragern dieser Art geringeren erforderlichen Innendurchmesser für das Verteiler- bzw. Sammelrohr 3 werden des weiteren die Vorteile erreicht, dass selbige vergleichsweise geringe 40 Totolumina besitzen und bei gegebener Wandstärke eine hohe Berstdrucksicherheit aufweisen, da deren Berstdruckfestigkeit mit größer werdendem Innendurchmesser ansteigt. Umgekehrt kann bei gegebener,

geforderter Berstdrucksicherheit die Wandstärke der Verteiler- und Sammelrohre 3 gegenüber herkömmlichen Wärmeübertragern mit nicht umgeformt einmündenden Flachrohrenden verringert werden.

[0023] Optional können in einem oder beiden Anschlussrohren 3 eine oder mehrere Trennwände 16 vorgesehen sein, um den vom gesamten Anschlussrohr 3 gebildeten Anschlussraum in mehrere, in Richtung der Rohrlängsachse 4 aufeinanderfolgende Teilräume 17a, 17b zu unterteilen, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist. Die Trennwand 16 ist unter einem dem Schrägwinkel  $\alpha$  der toradierten Flachrohrenden 1c entsprechenden Winkel schräg zur Rohrlängsachse 4 im Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Rohrenden 1c angeordnet. Eine solche Aufteilung des jeweiligen Anschlussraums in mehrere Teilräume 17a, 17b ist insbesondere für Kondensatoren günstig, um das Kältemittel von einem Teilraum, z.B. dem Teilraum 17a, in die darin mündenden Flachrohre einzuspeisen, im gegenüberliegenden Anschlussrohr in die mit dem anderen Teilraum 17b verbundenen Flachrohre umzulenken und durch letztere hindurch in diesen anderen Teilraum 17b zu leiten. Bei Bedarf kann unter Verwendung mehrerer Trennwände diese Strömungsumlenkung in den Anschlussrohren so oft wie gewünscht wiederholt werden. Auf diese Weise lässt sich das Kältemittel mäanderförmig durch den Rohr-/Rippenblock führen.

[0024] In den Fig. 3 und 4 ist eine Variante des Wärmeübertragers der Fig. 1 und 2 dargestellt. Bei dieser Variante besteht der zwischen zwei Seitenplatten 11, von denen eine in Fig. 3 dargestellt ist, angeordnete Rohr-/Rippenblock wiederum aus einem Stapel beabstandet nebeneinanderliegender Flachrohre 10, wobei jedoch in die Zwischenräume zwischen je zwei Flachrohren 10 in diesem Fall eine Doppelwellrippenstruktur 12 eingebracht ist, die jeweils aus zwei einzelnen Wellrippen und einer diese trennenden Trennplatte 13 besteht. Auf diese Weise ist ein vergleichsweise großer Flachrohrabstand ohne wesentliche Beeinträchtigung der Festigkeitseigenschaften und der Wärmeübertragungseigenschaften des Rohr-/Rippenblocks realisiert.

[0025] Charakteristisch für den Wärmeübertrager der Fig. 3 und 4 ist, dass die Endabschnitte 10a seiner Flachrohre 10 gegenüber dem zwischenliegenden, mittleren Flachrohrabschnitt 10b um einen Winkel  $\beta$  von 90° um die Längsmittelachse toradiert sind, wie aus Fig. 4 näher zu erkennen. Um dies ohne Querversatz der einzelnen Flachrohre 10 zu ermöglichen, ist der Flachrohrabstand  $T$ , genauer gesagt der Abstand benachbarter mittlerer Flachrohrabschnitte 10b, geringfügig größer als die Breite  $Q$  der Flachrohre 10 gewählt. Durch diese rechtwinklige Tordierung der Flachrohrendabschnitte 10a liegen die in die anschlussraumbildenden Bauteile, die wiederum als Sammelrohr 14 und Verteilerrohr realisiert sind, eingefügten Flachrohrenden 10c in einer Linie längs der Verteiler- bzw. Sammelrohlängsachse 15, wozu das Verteiler- und das Sammelrohr 14 mit entsprechend in einer Linie aufeinanderfolgend umfangsseitig

eingebrachten Längsschlitz voneinander sind.

[0026] Ersichtlich lassen sich mit dieser rechtwinkligen Tordierung der Flachrohrendabschnitte 10a für das Verteiler- und das Sammelrohr 14 Rohre mit besonders geringer Bautiefe, d.h. geringem Durchmesser  $R$  verwenden. Dementsprechend lassen sich deren Totvolumina minimal halten, und es genügt eine relativ geringe Wandstärke zur Erzielung einer ausreichenden Berstdrucksicherheit. Wiederum kann der Außendurchmesser  $R$  des Verteiler- und des Sammelrohrs 14 kleiner als die Quererstreckung  $Q$  der Flachrohre 10 und damit des Rohr/Rippenblocks gewählt werden, dessen Quererstreckung somit die Bautiefe des gesamten Wärmeübertragers bestimmt.

[0027] Das gezeigte Anschlussrohr 14 und bei Bedarf auch das nicht gezeigte, gegenüberliegende Anschlussrohr besitzen jeweils eine oder mehrere Trennwände 18, die senkrecht zur Rohrlängsachse 15 zwischen zwei benachbarten Flachrohrenden 10c angeordnet sind, wie in Fig. 4 veranschaulicht. Durch die jeweilige Trennwand 18 wird der Anschlussraum des betreffenden Anschlussrohrs 14 in mehrere, in Richtung Rohrlängsachse 15 aufeinanderfolgende Teilräume 19a, 19b unterteilt. Dies ist, wie oben zu den Fig. 1 und 2 beschrieben, beispielsweise für Kondensatoren zweckmäßig, um das Kältemittel in einem mäanderförmigen Strömungspfad unter Umlenkung im jeweiligen Anschlussrohr ein- oder mehrmals von einem Raum des einen Anschlussrohrs durch einen damit verbundenen Teil der Flachrohre 10 in das andere Anschlussrohr und von dort über einen benachbarten Satz von Flachrohren 10 in einen nächsten Raum des erstgenannten Anschlussrohres zu leiten.

[0028] Es versteht sich, dass neben den beiden gezeigten Beispielen mit Torsionswinkeln von ca. 60° bzw. ca. 90° alternativ jeder andere Torsionswinkel zwischen 0° und 90°, vorzugsweise zwischen 10° und 90°, für die Verdrehung der Flachrohrendabschnitte gegenüber ihrem anschließenden Flachrohrabschnitt realisierbar ist.

[0029] Des weiteren können alternativ zu Flachrohren mit toradierten Endabschnitten solche mit zu einer geringeren Quererstreckung umgebogenen Endabschnitten verwendet werden, wie dies in zwei Beispielen in den Fig. 5 und 6 gezeigt ist.

[0030] Das in Fig. 5 gezeigte Flachrohr ist von einem geradlinig verlaufenden Mittelabschnitt 20 zu einem U-förmigen Endabschnitt 20a umgebogen, so dass die Flachrohrenden 20b des in diesem Beispiel mit mehreren, getrennten Strömungskanälen 21 gefertigten Flachrohres eine U-Form aufweisen. Mit so geformten Flachrohren kann wiederum ein Wärmeübertrager der in den Fig. 1 bis 4 gezeigten Art aufgebaut werden, bei dem die Quererstreckung des zum Einsetzen der Flachrohrenden in die anschlussraumbildenden Bauteile benötigten Einbaubereichs merklich geringer als die Quererstreckung der Flachrohre bzw. des damit aufgebauten Rohr-/Rippenblocks ist.

[0031] Fig. 6 zeigt ein Flachrohr, das von einem ge-

radlinigen Mittenbereich 22 in seinen Endabschnitten 22a V-förmig umgebogen ist, so dass die Flachrohren den 22b eine V-Form besitzen. Wie aus Fig. 6 ersichtlich, besitzen auch bei diesem Flachrohrtyp die umgebogenen Flachrohrendabschnitte 22a eine wesentlich geringere Quererstreckung als der zwischenliegende Flachrohrrinnenabschnitt 22. Beim Aufbau eines Rohr-/Rippenblock-Wärmeübertragers mit diesem Flachrohrtyp ergeben sich somit wiederum die zu den obigen Beispiele erläuterten Vorteile.

[0031] Es versteht sich, dass anstelle der gezeigten Rundrohre auch Verteiler- bzw. Sammelkästen mit beliebigem andersartigem Querschnitt als anschlussraumbildende Bauteile verwendbar sind, die ein- oder mehrstückig und mit gewölbtem oder ebenem, die Flachrohrenden aufnehmendem Boden gefertigt sein können. Die erforderlichen Rohrdurchbrüche können gefräst, gestanzt, lasergeschnitten oder durch Innenhochdruckumformen eingebracht und mit oder ohne Durchzüge realisiert sein. Die Flachrohre, die speziell auch Scheiben eines Wärmeübertragers in Scheibenbauweise sein können, sind beispielsweise einstückig durch Extrudieren oder mittels Zusammenschweißen mehrerer Rohrteile oder durch Umformen und anschließendes Verschweißen eines Rohlings herstellbar.

[0032] Neben dem gezeigten geradlinigen Verlauf können die Flachrohre in ihrem Bereich zwischen den tordierten und/oder umgebogenen Endabschnitten auch einen geschwungenen Verlauf besitzen. Analog können die Trennwände einer verwendeten Doppelwellrippenstruktur alternativ zum gezeigten Verlauf senkrecht zur Längsachse des anschlussraumbildenden Bauteils auch in einem spitzen Winkel schräg zu derselben angeordnet sein. Des weiteren versteht sich, dass je nach Bedarf die Flachrohre auch nur an einem ihrer beiden Endabschnitte tordiert und/oder umgebogen sein können und mit dem anderen Endabschnitt dann nicht zu einer geringeren Quererstreckung umgeformt in ein zugehöriges anschlussraumbildendes Bauteil münden. Das Tordieren bzw. Umbiegen der Flachrohrendabschnitte kann jeweils so erfolgen, dass sich der Durchtrittsquerschnitt der Flachrohre auch in diesem Bereich im wesentlichen konstant halten lässt, was für die meisten Anwendungsfälle bevorzugt ist.

[0033] Anstelle der in den Fig. 1 bis 4 gezeigten, längsmittigen Tordierung können die Flachrohrendabschnitte auch außermittig, d.h. um eine zu ihrer Längsmittelachse parallel versetzte Achse, tordiert sein. Insbesondere bei rechtwinkliger Tordierung können dann bei Bedarf das Verteiler- und das Sammelrohr gegenüber dem zwischenliegenden Rohr-/Rippenblock lateral versetzt angeordnet sein, wenn die Flachrohre dergestalt aufeinanderfolgend angeordnet sind, dass ihre exzentrisch tordierten Endabschnitte sämtlich auf einer Seite der Längsmittlebene des Rohr-/Rippenblocks liegen. Dies kann für bestimmte Einbausituationen vorteilhaft sein.

[0034] In einer weiteren Alternative können die Flach-

rohrenden so angeordnet sein, dass sich ihre Endabschnitte abwechselnd auf der einen bzw. der anderen Seite dieser Längsmittlebene des Rohr-/Rippenblocks befinden. Dazu passend sind dann in dem Verteiler- bzw. dem Sammelrohr zwei parallele Reihen von Längsschlitzten einzubringen, wobei die Längsschlitzte der einen Reihe mit seitlicher Versetzung zwischen den Längsschlitzten der anderen Reihe liegen. Da sich aufgrund der seitlichen Versetzung die Längsschlitzte der einen Reihe axial über die Höhe benachbarter Längsschlitzte der anderen Reihe hinaus erstrecken können, lassen sich die Flachrohre selbst bei rechtwinkliger endseitiger Tordierung mit geringem Abstand im Rohr-/Rippenblock aneinanderlegen. Im speziellen Fall rechtwinkliger Tordierung ist dieser Abstand nach unten durch die halbe Breite der Flachrohre begrenzt, so dass er insbesondere kleiner als die Flachrohrbreite sein kann. Dementsprechend lässt sich eine geringe Höhe für die Wellrippen wählen, was deren Wärmeübertragungs-Wirkungsgrad verbessert. Dies trifft gerade auch für Anwendungsfälle zu, bei denen die Breite der Flachrohre geringer als diejenige der Wellrippen ist.

[0035] In den Fig. 7 und 8 ist eine Variante des Wärmeübertragers der Fig. 3 und 4 in verkürzter Form dargestellt. Wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 ist auch hier ein Rohr-/Rippenblock aus einem Stapel bestehend aus nebeneinanderliegender Flachrohre 30 vorgesehen, deren Endabschnitte 30a gegenüber dem mittleren Flachrohrabschnitt um 90° um die Längsmittelachse tordiert sind. Jedoch ist zwischen den Flachrohren 30 nur eine Wellrippenstruktur aus einfachen Wellrippen 31 vorgesehen. Dabei entspricht in diesem Beispiel der Flachrohrabstand T1 im Block der Flachrohrbreite Q1. Dies hat zur Folge, dass die rechtwinklig tordierten Flachrohrenden 30a auf jeder der beiden Anschlussseiten des Rohr-/Rippenblocks in einer Linie sich berührend aneinanderliegen, die parallel zur Längsachse 32 zweier seitlicher Anschlussrohre 33, 34 verläuft. Jedes der beiden Anschlussrohre 33, 34 besitzt einen an seinem Umfang eingebrachten, durchgehenden Längsschlitz 35, in welchen die zugehörigen, in einer Linie dicht nebeneinanderliegenden, tordierten Flachrohrenden 30a abgedichtet eingefügt sind.

[0036] Wenn die Flachrohre 30 z.B. bei Verwendung für einen Kondensator gruppenweise sequentiell vom Kältemittel durchströmt werden sollen, ist es wie im Beispiel der Fig. 1 und 2 auch in diesem Beispiel möglich, eine oder mehrere Trennwände 36 in einem oder beiden Anschlussrohren 33, 34 vorzusehen. Die Trennwände 36 liegen senkrecht zur Anschlussrohrlängsachse 32 und unterteilen den Anschlussraum des betreffenden Anschlussrohres 33, 34 in mehrere Teilräume 37a, 37b. Das in Fig. 7 geschnitten gezeigte, linke Anschlussrohr 33 weist einen in einen ersten Teilraum 37a mündenden Kältemitteinlass 38 auf, so dass das dort eingeleitete Kältemittel, wie durch die Strömungspeile angedeutet, in die in diesen Teilraum 37a mündende Flachrohre eingespeist, von dort in das rechte Anschlussrohr 34 trans-

portiert, dort in eine anschließend Grupp von mit einem nächsten Teilraum 37b des linken Anschlussrohres 33 verbundenen Flachrohren umgelenkt und durch diese in den besagten nächsten Teilraum 37b geleitet wird. Diese mäanderförmige Strömungsführung wird so oft wie erforderlich wiederholt, bis das Kältemittel über einen z.B. ebenfalls im erstgenannten Anschlussrohr 33 vorgesehenen Kältemittelauslass 39 herausgeführt wird.

[0037] Die jeweilige Trennwand 36 kann im Übergangsbereich zwischen zwei aneinandergrenzenden, tordierten Flachrohrenden 30a oder aber, wie in Fig. 7 gezeigt, innerhalb des Endbereichs eines Flachrohres 30b angeordnet sein, wenn die Flachrohre 30 als Mehrkammer-Flachrohre ausgebildet sind. Die Trennwand 36 liegt dann zwischen den Wandungen zweier benachbarter Kammern des Flachrohrs 30b, wobei wenigstens dieses Flachrohr 30b endseitig so tordiert ist, dass jedes seiner Kammern auf beiden Endseiten in gleicher Richtung, d.h. nach oben oder nach unten, gebogen verläuft, so dass das im einen Anschlussrohr 33 in die oberen Kammern eingeleitete Kältemittel am anderen Anschlussrohr 34 auch wieder aus den obenliegenden Kammern austritt. Wie speziell aus Fig. 8 zu erkennen, weist die Trennwand 36 einen Schlitz 36a auf, der den tordierten Endbereich 30a des entsprechenden Flachrohres 30 abgedichtet aufnimmt. Die Trennwand 36 wird axial von einem Stirnende des Anschlussrohres 33 her eingesetzt, wobei sie durch das Eingreifen der Flachrohrenden 30a in ihren Schlitz 36a verdrehgesichert geführt wird, bevor sie dann nach Erreichen der Montagelage abgedichtet festgelegt wird, z.B. durch Dichtlöten.

[0038] Fig. 9 zeigt ausschnittsweise eine Längsschnittsansicht durch einen Rohr/Rippenblock, wie er für die oben beschriebenen Wärmeübertrager verwendbar ist. Charakteristisch ist bei diesem Rohr-/Rippenblock, dass die Breite W der Wellrippen 40 größer gewählt ist als die Breite Q der als Mehrkammerrohre realisierten Flachrohre 41. Dadurch wird ein Rippenüberstand bereitgestellt, der den Wirkungsgrad der Wellrippen 40 hinsichtlich ihrer Wärmeübertragungsfähigkeit erhöht und die Flachrohre 41 gegen Beschädigungen von außen schützt. Das Verhältnis Q/W kann beispielsweise 2/3 betragen.

[0039] In allen oben beschriebenen Beispielen können die Flachrohre vorteilhafterweise als extrudierte Rohre gefertigt sein. Dabei kann es außerdem von Vorteil sein, die Rohre vor ihrem endseitigen Tordieren bzw. Umbiegen mit einer Lotund Flussmittelplattierung zu versehen. Dies erleichtert ein abgedichtetes Einfügen der Flachrohrenden in die Anschlussrohre mittels Dichtlöten.

#### Patentansprüche

##### 1. Flachrohr-Wärmeübertrager mit

- Flachrohren (1), die wenigstens an einem, in ein anschlussraumbildendes Bauteil (3, 33) mündenden Endabschnitt (1a, 30a) umgeformt sind,

##### **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Flachrohre (1) in ihrem in das anschlussraumbildende Bauteil (3, 33) mündenden Endabschnitt (1a, 30a) auf eine gegenüber ihrem anschließenden Abschnitt (1b) geringere Quererstreckung umgebogen oder um einen Winkel  $\alpha$  ungleich  $90^\circ$  tordiert sind, wobei eine oder mehrere Trennwände im anschlussraumbildenden Bauteil vorgesehen sind, die den Anschlussraum in mehrere Teiräume unterteilen, wobei die Trennwände in einem Winkel ungleich  $90^\circ$  zur Längsachse des anschlussraumbildenden Bauteils angeordnet sind.

##### 2. Flachrohr-Wärmeübertrager mit

- Flachrohren (1), die wenigstens an einem, in ein anschlussraumbildendes Bauteil (3) mündenden Endabschnitt (1a) auf eine gegenüber ihrem anschließenden Abschnitt (1b) geringere Quererstreckung umgebogen oder tordiert sind,

##### **dadurch gekennzeichnet, dass**

- eine oder mehrere Trennwände (18) im anschlussraumbildenden Bauteil (3) vorgesehen sind, die den Anschlussraum in mehrere Teiräume (17a, 17b) unterteilen, in die eine jeweils zugehörige Gruppe aufeinanderfolgender Flachrohre mündet, wobei die Trennwände in einem Winkel ungleich  $90^\circ$  zur Längsachse des anschlussraumbildenden Bauteils angeordnet sind.

##### 3. Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flachrohre in ihrem in das anschlussraumbildende Bauteil mündenden Endabschnitt um ihre Längsmittelachse mittig oder um eine zu dieser parallel versetzte Längsachse außermittig tordiert sind.

##### 4. Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flachrohre (20, 22) in ihrem in das anschlussraumbildende Bauteil mündenden Endabschnitt (20a, 22a) U- oder V-förmig umgebogen sind.

##### 5. Flachrohr-Wärmeübertrager nach Anspruch 4, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flachrohre in das anschlussraumbildende Bauteil mündenden Endabschnitt dergestalt U- oder V-förmig umgebo-

gen sind, dass die umgebogenen Endabschnittflanken sich berührend aneinander liegen.

6. Flachrohr-Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiter **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** zwischen benachbarten Flachrohren (41) Wellrippen (40) eingebracht sind, deren Breite (W) größer als die Flachrohrbreite (Q) ist. 5

7. Flachrohr-Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiter **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die Flachrohre von extrudierten, vor dem Umbiegen bzw. Tordieren vorzugsweise lot- und flussmittelplattierten Rohren gebildet sind. 10

15

8. Flachrohr-Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 2 bis 7, weiter **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die jeweilige Trennwand (36) eine Ausnehmung (36a) aufweist und axial von einem Stirnende her in das anschlussraumbildende Bauteil (33) eingesetzt ist, wobei die in das anschlussraumbildende Bauteil hineinragenden Flachrohrenden (30a) in die Trennwandausnehmung (36a) eingreifen. 20

25

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

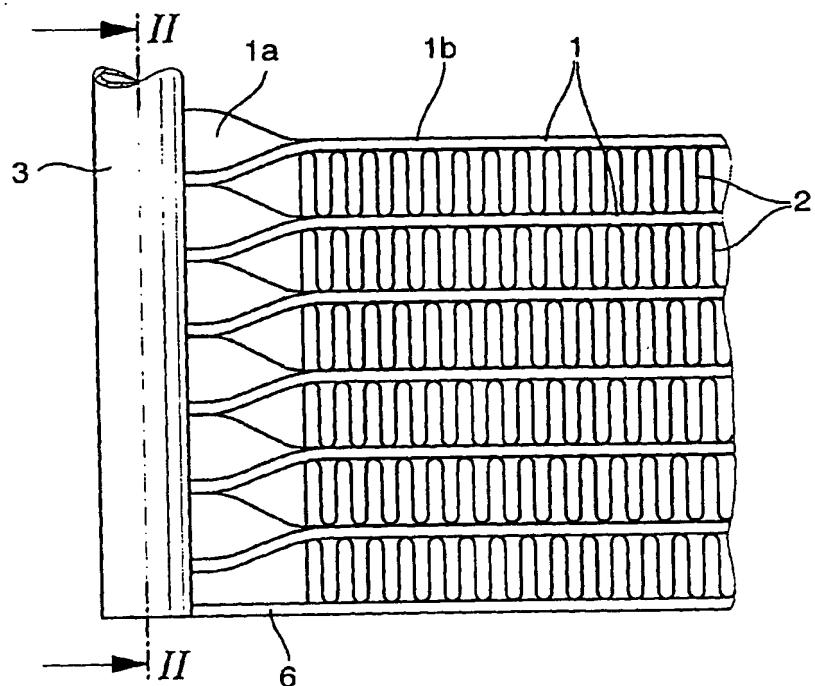


Fig. 2

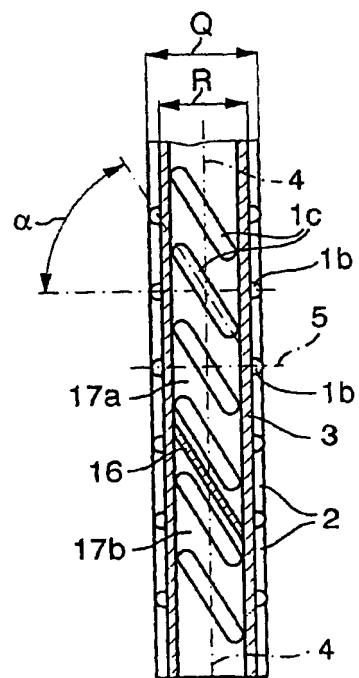


Fig. 3

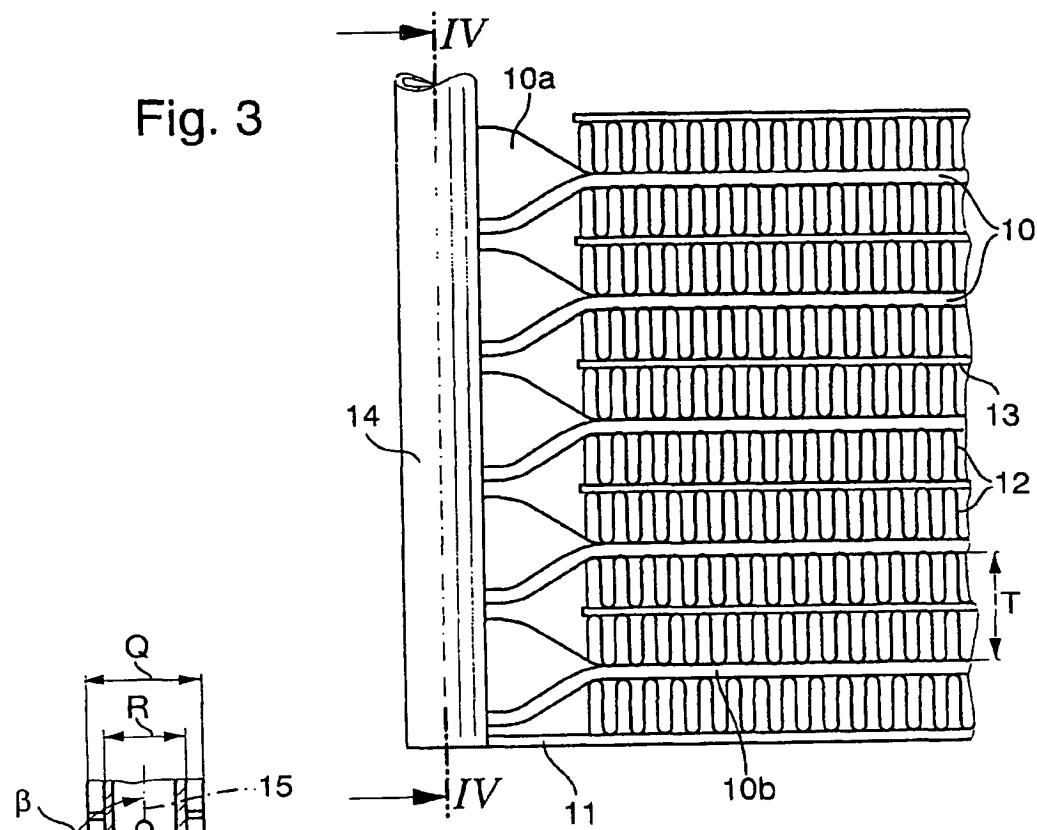


Fig. 4

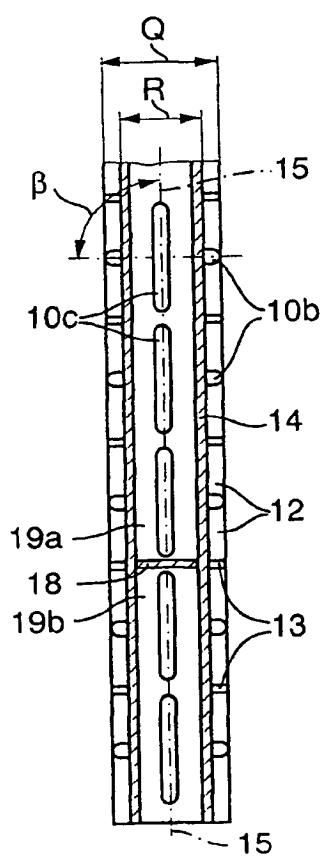


Fig. 5

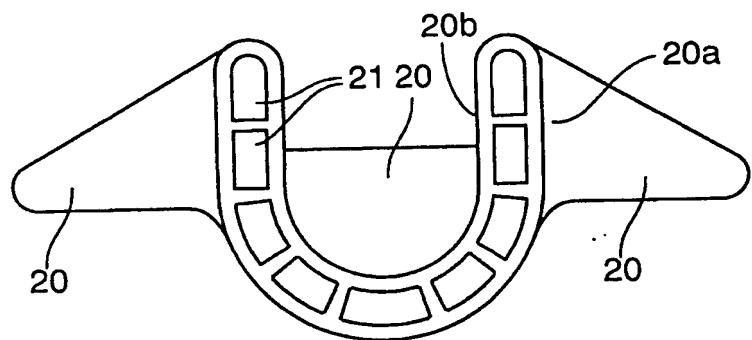
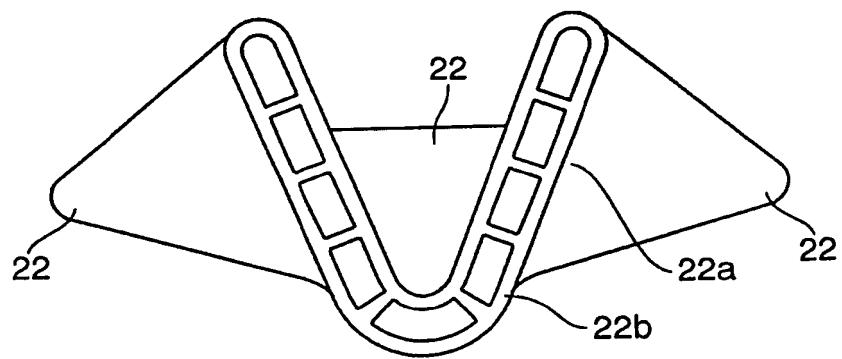


Fig. 6



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 13 0598

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	US 2 733 899 A (ERNST LEHMANN) 7. Februar 1956 (1956-02-07) * das ganze Dokument *	1-3	F28F1/02 F28F9/02
Y	FR 2 712 966 A (VALEO THERMIQUE MOTEUR) 2. Juni 1995 (1995-06-02) * Seite 2, Zeile 20 - Seite 3, Zeile 13; Abbildungen *	1-3	
A	DE 38 13 339 A (HAPPEL GMBH & CO) 9. November 1989 (1989-11-09) * Abbildungen 7,8 *	4,5	
D,A	US 3 416 600 A (FINK ROBERT W) 17. Dezember 1968 (1968-12-17) * Abbildungen *	1,2	
A	US 2 184 657 A (YOUNG FRED M) 26. Dezember 1939 (1939-12-26) * Seite 2, Spalte 1, Zeile 75 - Spalte 2, Zeile 5; Abbildung 7 *	1,2	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7)			
F28F			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	4. Februar 2002	Mootz, F	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 13 0598

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-02-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2733899	A	07-02-1956		KEINE	
FR 2712966	A	02-06-1995	FR	2712966 A1	02-06-1995
DE 3813339	A	09-11-1989	DE	3813339 A1	09-11-1989
US 3416600	A	17-12-1968		KEINE	
US 2184657	A	26-12-1939		KEINE	

EPC FORM F0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82